

分子・物質合成領域における支援成果

ディラック電子系分子性導体への静電キャリア注入を目的とした電界効果トランジスタの作製および物性評価

^a東邦大学, ^b理化学研究所, ^c分子科学研究所

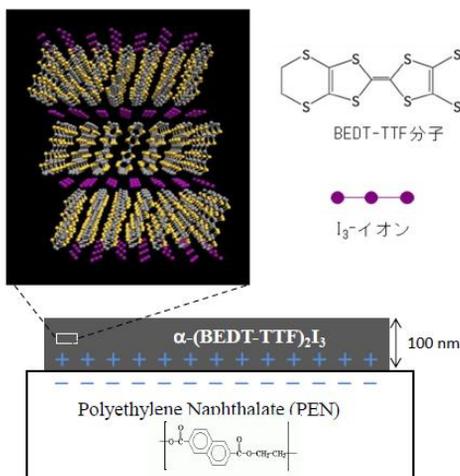
田嶋尚也^{a, b}, 山内貴弘^a, 山口達也^a, 須田理行^c, 川相義高^b, 山本浩史^{b, c}, 加藤礼三^b, 西尾豊^a, 梶田晃示^a

【研究目的】

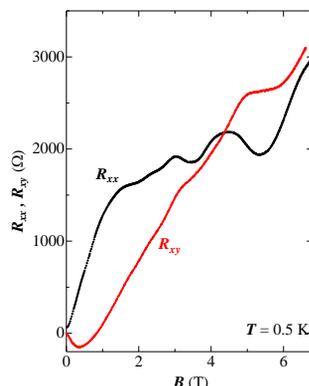
高圧力下にある2次元層状構造の有機導体 α -(BEDT-TTF)₂I₃がゼロギャップ電子系である。世界で最初にバルク（多層構造）で実現した2次元ゼロギャップ電気伝導体である。最近、わずかに負に帯電したPEN（Polyethylene Naphthalate）基板に試料を固定しただけで、接触帯電法で正孔を注入することに成功したのである。本研究では、バルクな（多層状）ディラック電子系の物理を展開することを目的に、PEN基板デバイスを作製して明瞭な量子磁気抵抗振動と量子ホール効果観測を行った。

【成果】

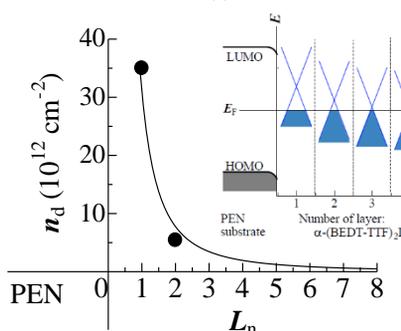
基板としてPENを用いたところ、基板と α -(BEDT-TTF)₂I₃との仕事関数の違いによる電荷移動が起きることによって、自然に界面キャリアドープが起きることを明らかにし、明瞭な量子ホール効果とシュブニコフ・ドハース振動の観測に成功した。量子振動現象の指数解析から、 α -(BEDT-TTF)₂I₃は傾いたディラックコーンを有するマスレスディラック電子系であることを直接実証した。さらに、このデバイスのエネルギーダイアグラムを明らかにし、多層系における量子ホール状態の特徴を見出した。今回の成果は、分子性ゼロギャップ伝導体を用いた電子デバイス開発に向けた大きな第一歩である。今後この成果を基にして、この系へのキャリア注入制御を確立することで新たな分子性電子デバイスの展開が期待される。



•有機導体 α -(BEDT-TTF)₂I₃の結晶構造とプラスチックPENデバイス。負に帯電したPEN基板に試料を固定することで、正孔を注入することに成功した。このキャリア注入方法を接触帯電法という。



•0.5 Kにおける電気抵抗 R_{xx} とホール抵抗 R_{xy} の磁場依存性。 R_{xx} に見られる振動はシュブニコフ・ドハース振動である。 R_{xx} が極小になるところで R_{xy} のプラトー(3.5 Tと5.5 T近傍)が見られるが、これが量子ホール効果の特徴である。



•PENデバイスのキャリア濃度分布とエネルギーダイアグラムの略図(挿入図)。図1に示したBEDT-TTF分子層とI₃⁻アニオン層のペアを1組の層として、キャリア濃度はPEN基板からの層数に対してプロットしてある。エネルギーダイアグラムは、キャリア濃度分布を基にそれぞれの層に関するエネルギースペクトル(ディラックコーン)が描かれてある。